

LEAD-FREE SOLDER, ELECTRONIC SUBSTRATE, HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCE, REFRIGERATOR, ELECTRONIC COMPONENT JOINING METHOD, PIPE JOINING METHOD, AND SOLDERING APPARATUS

Patent Number: JP2002011593
Publication date: 2002-01-15
Inventor(s): MORI HIDEKI; HANAKI TAKAYUKI
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Requested Patent: JP2002011593
Application Number: JP20010064691 20010308
Priority Number(s):
IPC Classification: B23K35/26; B23K1/00; B23K1/08; B23K3/00; B23K3/06; C22C13/00; F25D19/00; H05K3/34
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lead-free solder which ensures the productivity and the thermal fatigue resistance characteristic as a substitute of a solder containing lead, and is favorably influential on the global environment, and contains no lead, and electronic substrates, household electric appliances, and a soldering device using the lead-free solder.

SOLUTION: The lead-free solder having the composition consisting of, by weight, 0.1-1.5% Bi, 2.0-3.0% Ag, 0.1-1.0% Cu, and the balance Sn is used for the electronic substrates, pipes and the household electric appliances.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnであることを特徴とする無鉛はんだ。

【請求項2】 融点が210～220℃であることを特徴とする請求項1に記載の無鉛はんだ。

【請求項3】 引張り強度が30～45MPa、伸びが30～60%であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の無鉛はんだ。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のうちの1項に記載の無鉛はんだを使用して部品を基板に接合したことを特徴とする電子基板。

【請求項5】 ピン部を有する電子部品を前面から前記ピン部が背面に突出するように基板に装着し、不活性ガスが供給される容器内で溶融した無鉛はんだを前記基板の背面に噴きつけて前記電子部品を接合するようにしたことを特徴とする請求項4に記載の電子基板。

【請求項6】 請求項4または請求項5に記載の電子基板を備えたことを特徴とする家電装置。

【請求項7】 請求項1乃至請求項3のうちの1項に記載の無鉛はんだを使用して複数の配管を接合した配管接合品を備えたことを特徴とする家電装置。

【請求項8】 はんだの溶融温度以上の温度に加熱され接触した状態の複数の配管と、前記複数の配管の接触部に供給される糸状の無鉛はんだと、前記糸状の無鉛はんだが溶融することにより前記複数の配管が接合されて形成される配管接合品と、を備えたことを特徴とする請求項7に記載の家電装置。

【請求項9】 はんだの溶融温度以上の温度に加熱され接触した状態の複数の配管と、前記複数の配管の接触部に供給され、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである糸状の無鉛はんだと、前記糸状の無鉛はんだが溶融することにより前記複数の配管が接合されて形成される配管接合品と、を備えたことを特徴とする冷蔵庫。

【請求項10】 Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである無鉛はんだを使用して基板に部品を接合した電子基板を備えたことを特徴とする請求項9に記載の冷蔵庫。

【請求項11】 ピン部を有する電子部品を前面から前記ピン部が背面に突出するように装着された基板を容器内に運搬する部品運搬ステップと、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである溶融した無鉛はんだを前記容器内で前記基板の背面から噴きつけて前記電子部品を前記基板に接合するはんだ噴きつけステップと、前記噴きつけられた無鉛はんだを前記容器内の貯部に回収するはんだ回収ステップと、を備えたことを特徴

とする電子部品の接合方法。

【請求項12】 容器内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ステップを備えたことを特徴とする請求項11に記載の電子部品の接合方法。

【請求項13】 配管を加熱する配管加熱ステップと、前記配管加熱ステップにて加熱された配管を複数接触させながら移動させる配管移動ステップと、内部にフラックスを含浸し、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである糸状の無鉛はんだを前記移動する配管の接触部に給線するはんだ給線ステップと、を備え、前記複数の配管を接合するようにしたことを特徴とする配管の接合方法。

【請求項14】 はんだ槽内に溶融した状態で貯留された無鉛はんだと、前記無鉛はんだを噴出するための複数の噴流はんだガイドと、前記複数の噴流はんだガイドのうち少なくとも隣接する2つの噴流ガイド間に設けられた仕切り壁と、を備えたことを特徴とするはんだ付け装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鉛(Pb)を含まないはんだ付け用の無鉛はんだ合金、およびこの無鉛はんだ合金を使用した電子基板、この電子基板を使用した冷蔵庫、家電装置、および電子基板の接合方法、配管の接合方法、はんだ付け装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子基板のはんだ付け材料はSnをベースとし、これに鉛(Pb)を加える事によって、融点を低くして使いやすくなったものが、一般的に使用されていた。特にPbを37重量%配合したSn-37%Pbはんだ合金は融点が183℃と低いため、電子基板の接合などに広く使用されてきた。

【0003】また、冷蔵庫等の冷媒回路を構成する冷媒配管の接合にも、接合後の曲げ加工工程での必要強度を有し、また高熱伝導性を有するSn-37%Pbはんだ合金を使用していた。

【0004】従来これら鉛を添加したはんだで接合した電子基板もしくは配管を搭載した冷蔵庫、エアコン、電子レンジ、洗濯機、換気扇、蛍光灯などの電機製品(家電装置)の廃棄処理は埋め立てによるものが多いが、この埋め立てによる方法では、酸性雨の影響により廃棄製品中のはんだから有害な鉛成分が溶出し、地下水の汚染を引き起こす可能性があるとして、近年、問題となっている。

【0005】このような問題を対処するために、電子基板及び冷媒配管の接合などに現行鉛含有はんだの持っている特性を保持したままで鉛を含まない無鉛はんだの開発が行われ、特開平5-50286号公報に開示されたような無鉛はんだが提案されている。特開平5-502

86号公報で提案された無鉛はんだは、Ag 3～5重量%、Cu 0.5～3.0重量%及び残部がSnの組成のものである。

【0006】しかしながら、特開平5-50286号公報で提案された組成のはんだでは、はんだの濡れ広がり性が現行鉛はんだより明らかに低下しており、フローはんだ付け時にはんだ付け部同士がつながるブリッジ現象等のはんだ付け不良が発生し易く、生産効率が低下するという問題があった。そこで、上記組成の無鉛はんだにおいて、Agを1～3重量%程度とし、Biを3～5重量%程度添加することにより、融点を低下させ、はんだ濡れ広がり性を改善したものが提案されている。

【0007】しかしながら、この組成でははんだ濡れ広がり性は改善されるが、接合する電子部品のリード部に若干の鉛が含有されている場合には、接合界面で脆弱なBi-Pbの金属間化合物が析出し、耐熱疲労強度特性が悪化するという問題があった。また、冷蔵庫、エアコン、電子レンジ、洗濯機、換気扇、蛍光灯などの電子基板など鉛を有する部品を搭載した家電装置は、地球環境問題やリサイクルに対応する必要があり、鉛対策を必要としていた。

【0008】また、従来は基板を自動はんだ付けする場合、基板下面より溶融したはんだ噴流を当ててフィレットを形成するにはんだ付けを行っているが、環境にやさしい無鉛はんだは現行の有鉛はんだよりも融点が高くなる傾向があるため、必要な部分に十分にはんだがまわらず、はんだ付け不良が発生して信頼性が低下する恐れがあった。そのため、生産性が低下したり、製造コストが上昇したりしていた。

【0009】本発明は、地下水などの汚染を引き起こさない環境にやさしいはんだ及びこのはんだを使用した家電装置を得ることを目的とする。また、濡れ広がり性と耐熱強度特性の両方を有する無鉛はんだ及びこの無鉛はんだを用いた家電装置を得ることを目的とする。また、家電装置の環境対策に有効な技術を提供することを目的とする。また、信頼性の高い無鉛はんだを使用できるはんだ付け装置を提供することを目的とする。また生産性が低下したり、製造コストが上昇したりしないはんだ付け装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】本発明は上記問題を解決するために成されたものであり、本発明の請求項1の発明は、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnであるように配合したものである。

【0011】本発明の請求項2の発明は、融点が210～220℃であるようにしたものである。

【0012】本発明の請求項3の発明は、引張り強度が30～45MPa、伸びが30～60%であるようにしたものである。

【0013】本発明の請求項4の発明は、請求項1乃至請求項3のうちの1項に記載の無鉛はんだを使用して部品を基板に接合したものである。

【0014】本発明の請求項5の発明は、ピン部を有する電子部品を前面から前記ピン部が背面に突出するように基板に装着し、不活性ガスが供給される容器内で溶融した無鉛はんだを前記基板の背面に噴きつけて前記電子部品を接合するようにしたものである。

【0015】本発明の請求項6の発明は、請求項4または請求項5に記載の電子基板を備えたものである。

【0016】本発明の請求項7の発明は、請求項1乃至請求項3のうちの1項に記載の無鉛はんだを使用して複数の配管を接合した配管接合品を備えたものである。

【0017】本発明の請求項8の発明は、はんだの溶融温度以上の温度に加熱された接触した状態の複数の配管と、前記複数の配管の接触部に供給される糸状の無鉛はんだと、前記糸状の無鉛はんだが溶融することにより前記複数の配管が接合されて形成される配管接合品と、を備えたものである。

【0018】本発明の請求項9の発明は、はんだの溶融温度以上の温度に加熱され接触した状態の複数の配管と、複数の配管の接触部に供給され、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである糸状の無鉛はんだと、糸状の無鉛はんだが溶融することにより複数の配管が接合されて形成される配管接合品と、を備えたものである。

【0019】本発明の請求項10の発明は、Biが0.5～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである無鉛はんだを使用して基板に部品を接合した電子基板を備えたものである。

【0020】本発明の請求項11の発明は、ピン部を有する電子部品を前面から前記ピン部が背面に突出するように装着された基板を容器内に運搬する部品運搬ステップと、Biが0.5～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである溶融した無鉛はんだを前記容器内で前記基板の背面から噴きつけて前記電子部品を前記基板に接合するはんだ噴きつけステップと、前記噴きつけられた無鉛はんだを前記容器内の貯部に回収するはんだ回収ステップと、を備えたものである。

【0021】本発明の請求項12の発明は、容器内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ステップを備えたものである。

【0022】本発明の請求項13の発明は、配管を加熱する配管加熱ステップと、前記配管加熱ステップにて加熱された配管を複数接触させながら移動させる配管移動ステップと、内部にフラックスを含浸し、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが

0.1～1.0重量%及び残部がSnである糸状の無鉛はんだを前記移動する配管の接触部に給線するはんだ給線ステップと、を備え、前記複数の配管を接合するようにしたものである。

【0023】本発明の請求項14の発明は、はんだ槽内に溶解した状態で貯留された無鉛はんだと、前記無鉛はんだを噴出するための複数の噴流はんだガイドと、前記複数の噴流はんだガイドのうち少なくとも隣接する2つの噴流ガイド間に設けられた仕切り壁と、を備えたものである。

【0024】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1を表す無鉛はんだと従来使用されているはんだの成分および特性を表す図である。図中のA～Hははんだの種類を表し、Aが本実施の形態を表す無鉛はんだであり、B～Fは従来の無鉛はんだ、G、Hは従来の有鉛はんだである。引張り強度、伸びは引張り試験機により試験片を製作して測定した。また、熔融開始、終了温度は示差走査熱量測定機(DSC)を用いて測定した。

【0025】また、はんだ広がり率は、図2に示す方法によって測定した。図2は、はんだの広がり率を測定する方法を表した図であり、銅板上にはんだのサンプルをw(g)置き、有機酸を主成分としたフラックス存在下の熱風炉内で雰囲気温度250℃まで加熱する。このとき加熱前の状態量を把握しておくため、はんだの比重をd(g/cm³)として、球状とした場合ははんだサンプルの近似直径Rを下式により求める。

$$R = ((3 \times 103 \times w) / (4 \times \pi \times d) \times 2)^{1/3}$$

【0026】そして、加熱後のはんだの高さrを測定し、下式によってはんだ広がり率S(%)を求める。

$$S(\%) = (R - r) / R \times 100$$

また、はんだの広がり面積は画像処理装置を用いて測定した。これらの測定結果を図1にまとめてある。

【0027】図1において、従来の有鉛はんだはG、Hで表されているように、Pb37重量%であり、各特性(はんだ広がり率、広がり面積、引張り強度、伸びなど)は問題ないレベルであり、無鉛はんだの開発においても、現行のG、Hレベルを狙って開発されている。ここで、はんだ広がり率、広がり面積は大きい方が良く、はんだ付け時にはんだ部が連なってはんだ付け不良となるブリッジ現象が発生しにくい。このはんだ広がり率あるいは広がり面積は同じ意味で使用され、どちらか一方で代用されることが多い。また、熔融開始温度は低い方が良く、電子部品の保証温度(250℃程度)以下でないとはんだ付け時に電子部品が破損してしまう。

【0028】また、熔融開始温度と熔融終了温度の温度差は小さい方が良い。温度差が大きいと冷却スピードに差ができて固まっているところと、液状のところが存在するようになり、液状のところが固まる時に収縮しては

がれ、はんだ付け不良が発生するようになる。また、引張り強度、伸びは大きい方が良く、はんだ付け後の部品強度などに影響する。また、耐熱疲労特性については、問題ないレベルのもの(従来品と同等の引張り強度を有する：サンプルの全てが従来品以上のもの)には○印を、実使用上問題のあるレベルのもの(従来品以下の引張り強度のもの：サンプルの全てが従来品以下のもの)には×印、実使用上問題ないが裕度が少ないもの(従来品と同等以上の引張り強度を有するものおよび従来品以下の引張り強度を有するものが混在)には△印を付してあり、○印のものが良いことを表す。また、偏析については、有り、無しを表記しており、偏析は無い方がよく、もし偏析があれば偏析箇所より疲労破壊が発生し製品がNGとなる。

【0029】つぎに従来の無鉛はんだの問題点について説明する。図中Bで表した無鉛はんだは、熔融開始温度、引張り強度については、現行品Gと比べて問題ないが、はんだ広がり率、広がり面積が小さすぎるのと、熔融開始温度と熔融終了温度の温度差が大きすぎるため、実使用上問題となる。また、Cで表した無鉛はんだは、Bに対してはんだ広がり率、広がり面積が改善されており、問題ないレベルになっているが、熔融開始温度と熔融終了温度の温度差が大きすぎるのと、耐熱疲労特性が良くないため、実使用上問題となる。

【0030】また、Dで表した無鉛はんだは、上述のB、Cの無鉛はんだに対して、熔融開始温度と熔融終了温度の温度差が小さくなり改善されているが、Biの量が多いため偏析が起り、実使用上問題となる。また、Eで表した無鉛はんだは、Dに対してBiを添加しないようにして偏析が起らないようにしたものであるが、逆にはんだ広がり率、広がり面積が小さすぎるため製造時の不良率が増加することになる。また、Fで表した無鉛はんだは、Eに対してAgが添加されていないため、熔融開始温度が高く、はんだ広がり率も小さいのでEよりも不具合が発生する。

【0031】Biを添加すれば共晶点まで融点が低下し、濡れ広がり性が改善されることが分かっており、従来、1%程度の少量のBi添加では、融点の低下が小さく濡れ広がり性改善効果も期待できないとされていたが、図1中のAに示すように、本発明の無鉛はんだはBiが1%添加であるにもかかわらず、図1中Eで表した無鉛はんだに比べてはんだ広がり率および広がり面積が大きく改善され、実用上問題ないレベルであることが分かった。また、本発明の無鉛はんだ(図1中のAで表した無鉛はんだ)は、Eで表した無鉛はんだに比べて高価な銀の量を減らせるので低コストな無鉛はんだが得られる。

【0032】本実施の形態に係る無鉛はんだは、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.5重量%及び残部がSnから構成さ

れている。ここで、Sn-Ag-Cu系の無鉛はんだにBiを添加すると融点が低下し、濡れ広がり特性が向上する効果がある。Biが無添加だとはんだ広がり率が極端に悪くなるので、本発明では0.1重量%以上としている。また、Biが1.5重量%を超えると固溶限度を超えたBiが鉛等の異種金属と脆弱な合金間化合物として接合界面に偏析し、初期接合強度、耐熱疲労強度が低下し、さらに伸びが悪くなるため、本発明では1.5重量%以下としている。

【0033】また、Agは融点を低下させ、はんだ広がり率を大きくする効果があるが、コストが高くなる。通常、Biが添加されていない場合は、Agは3.5重量%以上でないと融点が低下し、はんだ広がり率も大きくならないが、本発明ではBiを適量添加しているのでAgが3.0重量%以下にしても融点を低下させ、はんだ広がり率を大きくする効果が得られ、コスト低減効果も得られている。また、Agが2.0重量%以上でないと溶融開始温度が220℃以下にならないため、本発明では2.0重量%以上としている。ここで、はんだ付けを行う電子部品の耐熱補償温度は250℃以下のものが多く、ばらつきを考慮するとはんだの溶融開始温度は220℃以下となることが望ましい。220℃以上になると、はんだ付けによる電子部品の動作不良を起こす割合が大きくなり、生産上問題となるので、溶融開始温度は220℃以下のものを使用している。

【0034】また、通常、基板に電子部品をはんだ付けする場合は、基板のCuパターンを溶かしながらはんだ付けを行うため、溶けたCuによりはんだの組成が変化するのを抑制するため、本発明のはんだにはあらかじめCuを適量添加している。ただし、Cuの添加量が多すぎると、はんだ広がり率が低下するので、本実施の形態では、実用上問題のないはんだ広がり率が得られるように、Cuが1.0重量%以下となるように配合している。Cuが1%を超えるとはんだ広がり率が極端に悪くなる。以上説明したように、本実施の形態の無鉛はんだは、Bi、Ag、Cuの適正量添加による、ぬれ広がり性、はんだ強度、溶融温度範囲のバランスがとれており、現行使用されている有鉛はんだ（図1中のG）に近似した特性を確保しており、実使用上問題のない無鉛はんだとなっている。

【0035】また、本発明の無鉛はんだは、溶融開始温度と溶融終了温度の範囲（溶融温度範囲）が210～220℃の範囲内、すなわち10deg程度と小さくなるようにしたので、はんだ付け後の冷却工程で凝固時間が短くて済み、偏析などの不具合の発生が抑制できる。さらに、溶融開始温度を220℃以下に抑えたため、リフローのはんだ付け時の電子部品の補償温度（250℃以下）以下であり、熱によるストレスを抑制でき信頼性の高い無鉛はんだを提供することができる。

【0036】また、本発明の無鉛はんだは、引っ張り強

度が30～45MPa、伸びが30～60になるように構成したので、実用上問題の発生しない現行の有鉛はんだ（図1中のG）と同等のはんだ接合強度および耐熱疲労強度が得られ、信頼性の高い無鉛はんだを提供することができる。ここで、引っ張り強度と伸びの測定は、鑄込みなどによってダンベル形状をしたはんだの試験片を製作して、この試験片を引っ張り試験機にて荷重を加えながら定速で引っ張り、試験片が破断したときの荷重と試験片の長さをもとに算定している。試験片破断時の荷重をP（N）、試験片破断直前の長さをL1（m）、引っ張り試験前の試験片の断面積をA（m²）、引っ張り試験前の試験片の長さをL0（m）とすれば、

$$\text{引っ張り強度 (Pa)} = P / A$$

$$\text{伸び (\%)} = (L1 - L0) / L0 \times 100$$

 で表される。

【0037】ここで、引っ張り強度が30MPaより小さい場合、あるいは伸びが30%より小さい場合では、製造工程で不具合（たとえば曲げ加工時にはんだ割れが発生するなどの不具合）が発生したので、本発明では引っ張り強度は30MPa以上、伸びは30%以上としている。また、上限値は、製造上問題のないレベルで、かつ現行有鉛はんだ（図1中のG）と同等レベル以上となるように選定してある。

【0038】実施の形態2。図3は実施の形態2を表す基板に電子部品をはんだ付けした電子基板の断面図である。図において、1は紙フェノール基材もしくはガラス繊維マットにエポキシを含浸した基材に銅箔を任意の配線パターンで貼り付けたプリント配線基板であり、11は基板1に設けられた貫通孔、4は抵抗、コンデンサ等の電子部品、5は電子部品4の足部を構成するピン部である。基板1の貫通孔11に電子部品4のピン部5を挿入して、基板1の背面側101よりフローはんだ付け装置などで自動ではんだ付けした状態である。2は銅箔のプリント配線パターンであり、電子部品4の挿入される基板1の正面側100から貫通孔11部、基板1の背面側101にまたがってプリントされている。

【0039】図3（a）ははんだ広がり率が大きい（濡れ広がり性が大きい）場合のはんだの状態を示しており、図3（b）ははんだ広がり率が小さい（濡れ広がり性が小さい）はんだを使用した場合のはんだの状態を示している。はんだ広がり率が小さいと図3（b）のようにはんだが基板1の表面側100にまで到達していないので、所定の接合強度が得られない。ところが本発明では、図3（a）のようにはんだ広がり率が大きい（濡れ広がり性が大きい）ので、無鉛で環境にやさしく、かつ、はんだが基板1の表側面100のプリントパターン25にまで到達しており、接合強度が得られ高信頼性が得られる。

【0040】実施の形態3。図4は実施の形態3を表す基板に電子部品をはんだ付けした電子基板の断面図であ

10

20

30

40

50

る。図において、1は紙フェノール基材もしくはガラス繊維マットにエポキシを含浸した基材に銅箔を任意の配線パターンで貼り付けたプリント配線基板であり、11は基板1に設けられた貫通孔、4は抵抗、コンデンサ等の電子部品、5、51は電子部品4の足部を構成するピン部である。基板1の貫通孔11に電子部品4のピン部5を挿入して、基板1の背面よりフローはんだ付け装置などで自動ではんだ付けした状態である。2はピン部5と基板1が正常にはんだ付けされた状態のはんだ部を示しており、隣のピン部51のはんだ付けされたはんだ部21とつながっていない。

【0041】3ははんだ広がり率が小さい（濡れ広がり性が小さい）はんだを使用した場合はんだの状態を示している。はんだ広がり率が小さいとピン部52にはんだ付けされたはんだ部3が隣のピン部53のはんだ部とつながってしまい（ブリッジ現象）、はんだ付け不良となる。これらのはんだ付け不良は電子基板の信頼性の低下及び後工程での手直しによる生産効率の低下等の問題が発生する。

【0042】本発明では、はんだ広がり率が大きいので、はんだ付けされたはんだ部が隣のはんだ部とつながらないため、はんだ付け不良が発生せず、信頼性の高い電子基板が得られる。また、無鉛はんだを使用しているので、環境にもやさしい電子基板が得られる。一方、本発明によるはんだ組成ではBiを添加したことよりぬれ広がり性を向上させているが、さらに微量のP等酸化防止成分を添加すればフローはんだ付け装置などにより噴流されるはんだの表面の酸化が抑制され、はんだのきれが良くなり、前述のブリッジ等のはんだ付け不良が低減できる。

【0043】また、本実施の形態に適応される部品は、ピン数が4～120本、ピンピッチが0.3～1.0mmなどのQFP（Quad Flat Package）、SOP（Small Outline Package）等の多ピンパッケージ部品にも適用できる。

【0044】実施の形態4。図5は実施の形態4を表すフローはんだ付け装置の噴流はんだ槽断面図である。図において、実施の形態1～実施の形態3と同等部分は同一の符号を付して説明は省略する。図において、1は基板、20は融点以上に加熱されて溶融したはんだを貯留するはんだ槽であり、本実施の形態では実施の形態1で説明した無鉛はんだが貯留されている。23は噴流はんだガイド、22は容器、24は容器5内に不活性ガス例えば窒素ガスを供給する不活性ガス供給手段、6は基板1を搬送するコンベア、21ははんだ槽20よりコンベア6によって搬送される基板1の背面側に噴きつけられる噴流はんだ、28ははんだ槽20に設けられたヒータである。噴流はんだ槽20はステンレスなどの箱体で構成され、容器22内には不活性ガス供給手段24のノズルから窒素ガス等の不活性ガスが供給される。

【0045】容器22内に搬送された基板1は、はんだ槽20内のヒータ28によりはんだの融点以上に加熱されたはんだが噴流はんだガイド23より噴出される噴流はんだにより背面側よりはんだ付けされる。噴出された噴流はんだ21は、基板1の背面側をはんだ付けした後は、再度はんだ槽20に回収されるので、はんだを無駄に廃却することがなく、低コストなはんだ付け装置が得られる。

【0046】また、はんだ槽20が設置されている容器22内には不活性ガスが供給されているので、容器22内を巡回しているはんだの表面が酸化して濡れ広がり性が悪くなるのを防止できる。また、噴流時に発生するはんだ酸化物（ドロス）ができるのを抑制できるので、廃却しなければならないはんだが無くなるため、直材費の低減につながる。特に実施の形態1で説明した無鉛はんだに適用すれば、容器によりはんだ付けされる部分が囲われており、外気温度の変動による影響を受けにくいいため、実施の形態1で説明した無鉛はんだに適用すれば、融点が現行はんだよりも高くなることによるはんだ付け不良が低減できる。

【0047】実施の形態5。図6は本発明の実施の形態5を表す自動はんだ付け装置を用いたはんだ付けの様子を表した図である。図において、実施の形態1～実施の形態4と同等部分は同一の符号を付して説明は省略する。図において、1は基板、20は融点以上に加熱されて溶融したはんだを貯留するはんだ槽、6は基板1を搬送するコンベアである。23A、23Bは噴流はんだガイド、21A、21Bはコンベア6によって搬送される基板1の背面側にヒータなどにより加熱されて噴流はんだガイド23Aを介して噴きつけられる第一の噴流はんだ、21C、21Dはコンベア6によって搬送される基板1の背面側にヒータなどにより加熱されて噴流はんだガイド23Bを介して噴きつけられる第二の噴流はんだである。

【0048】300は噴流はんだガイド23Aおよび23Bに設けられたはんだ噴流波21A～21Dを発生させるためのポンプである。噴流はんだ槽20はステンレスなどの箱体で構成され、噴流はんだガイド23A、23Bは実施の形態4で説明したように容器（図示せず、図5に22で表される容器）により囲われており、容器内には不活性ガス供給手段（図示せず）から窒素ガス等の不活性ガスが供給される。20は、はんだ槽であり、ヒータ（図示せず）などによりはんだの融点以上に加熱され溶融したはんだが貯留されている。

【0049】はんだ槽20内に貯留された溶融はんだはポンプ300により噴流はんだガイド23A、23Bより押し出され噴流はんだ（21A、21B、21C、21D）となる。そして、容器（図示せず、図5に22で表される容器）内に搬送された基板1は、この噴流はんだ（21A、21B、21C、21D）により背面側より

りはんだ付けされる。ここで、噴流はんだガイド 23A より噴出される第一の噴流はんだ 21A、21B は、主にはんだ付けされる基板 1 とはんだをなじませるために実施される。また、第一の噴流はんだ 21A、21B は、貫通孔（スルーホール部）のある基板に対してはスルーホール部へのはんだ上がりも実施する。

【0050】そして、噴流はんだガイド 23B より噴出される第二の噴流はんだ 21C、21D は、主に基板 1 の下面のはんだ付け部にフィレットを形成する。したがって、はんだをなじませる必要がない場合や貫通孔（スルーホール部）のない下側のみにチップを有する基板の場合、第二の噴流はんだのみで対応してもよい。すなわち、噴流ガイド 23A を設ける必要がなく第一の噴流はんだによるはんだ付けを実施しなくても問題はない。

【0051】ここで、図 7 を用いて第一の噴流はんだと第二の噴流はんだのはんだ付け時の役割について説明する。図 7 は貫通孔（スルーホール部）を有する基板における第一の噴流はんだと第二の噴流はんだのはんだ付け時の役割について説明するための図である。図において、実施の形態 1～実施の形態 4 と同等部分は同一の符号を付して説明は省略する。

【0052】図において、1 は紙フェノール基材もしくはガラス繊維マットにエポキシを含浸した基材に銅箔を任意の配線パターンで貼り付けたプリント配線基板であり、11 は基板 1 に設けられた貫通孔（スルーホール部）、4 は抵抗、コンデンサ等の電子部品、5 は電子部品 4 の足部を構成するピン部である。基板 1 の貫通孔 11 に電子部品 4 のピン部 5 を挿入して、基板 1 の背面側 101 よりフローはんだ付け装置などで自動ではんだ付けした状態である。2 は銅箔のプリント配線パターンであり、電子部品 4 の挿入される基板 1 の正面側 100 から貫通孔 11 部、基板 1 の背面側 101 にまたがってプリントされている。

【0053】ここで、3 は基板 1 にはんだ付けされたはんだであり、上側部分 3A と下側のフィレット部分 3B により構成されている。第一の噴流はんだ 21A、21B では主に上側部分 3A と貫通孔 11 の部分（スルーホール部）にはんだをなじませつつはんだ上りを実施し、第二の噴流はんだ 21C、21D では下側のフィレット部分 3B を適正形状に成形するように設定されている。ここで、噴流はんだガイド 23A とコンベア 6 との距離は 5～20mm 程度に設定すれば良く本実施の形態では 7～8mm 程度に設定している。

【0054】このとき、第一の噴流はんだ 21A、21B と第二の噴流はんだ 21C、21D が干渉しないように第一の噴流はんだ 21A、21B と第二の噴流はんだ 21C、21D の間隔は 50mm 以上設けるようにしている。このように間隔を 50mm 以上設ければ、お互いの噴流はんだ（21B と 21C）が衝突したり干渉することがなくなるので、はんだ噴流波がみだれることがな

くなり、良好なはんだ付けが行えるようになり、はんだ付け不良のない信頼性の高いはんだ付け装置が得られる。

【0055】しかしながら、本発明の無鉛はんだは現行有鉛はんだよりも融点が 30℃程度高くなるため、第一の噴流はんだ 21A、21B と第二の噴流はんだ 21C、21D の間隔をあけすぎると第一の噴流はんだ 21A、21B ではんだ付けを行った部分が第二の噴流はんだ 21C、21D によりはんだ付けされる前に完全に凝固してしまう状態が発生することがある。

【0056】そうすると、第二の噴流はんだ 21C、21D では、第一の噴流はんだ 21A、21B にてはんだ付けされた凝固した部分を再溶解する必要がありその分の熱量が余分に必要となる。そのため、第二の噴流はんだ 21C、21D と基板 1 との接触時間を長くする必要があり、噴流ガイドのノズル形状を改良したり、基板 1 を搬送するコンベア 6 の搬送速度を遅くしたりして対応する必要が生じ、製造コストの上昇、生産性の低下を招くことになる。

【0057】その場合は、図 8 に示すように対応すれば良い。図 8 は本発明の実施の形態 5 を表す自動はんだ付け装置を用いたはんだ付けの様子を表した別の構成例を説明するための図である。図において、図 6 と同等部分は同一の符号を付して説明は省略する。図において、35 は第一の噴流はんだ 21A、21B と第二の噴流はんだ 21C、21D が干渉しないように第一の噴流はんだ 21A、21B と第二の噴流はんだ 21C、21D の間に設けられた仕切り壁である。

【0058】ここで、仕切り壁 35 は第一の噴流はんだ 21B と第二の噴流はんだ 21C が干渉しないように仕切るだけでもよいが、図に示したように第一の噴流はんだ 21B がはんだ槽 20 に落下した後も第二の噴流はんだ 21C と干渉しないような位置（第二の噴流はんだ 21C、21D に影響しないような位置）に第一の噴流はんだ 21B を戻すようにすれば、第二の噴流はんだ 21C、21D に影響をおよぼさないためはんだ付けがきれいにしかもはんだ付け不良がおこらない。

【0059】このように仕切り壁 35 を設けることによって、第一の噴流はんだ 21A、21B と第二の噴流はんだ 21C、21D の間隔を 50mm あるいは 50mm よりも小さく（50mm 以下）することができる。したがって、第一の噴流はんだ 21A、21B にてはんだ付けされた部分が凝固することがなくなり、凝固した部分を再溶解する必要がなくなるので、噴流ガイドのノズル形状を改良したり、基板 1 を搬送するコンベア 6 の搬送速度を遅くしたりして対応する必要がなくなる。

【0060】逆に第一の噴流はんだ 21A、21B と第二の噴流はんだ 21C、21D の間隔を 50mm よりも小さくすることができるので、はんだ付けの品質を確保しながらはんだ付け時間を低減することができる。した

がって、製造コストの上昇、生産性の低下を招くことがなくなり、製造コストが安く生産性も良好でしかも信頼性の高いはんだ付け装置が得られる。特に、現行有鉛はんだよりも融点の高い無鉛はんだに本はんだ付け装置を適用した場合に本はんだ付け装置は有効であり、生産性を低下させることなく信頼性を向上させることができる。

【0061】ここで、36は第二の噴流はんだ21Dの噴流波形をフラット（鏡面状）にするために噴流はんだガイド23Bに設けられた高さ1～5mm程度のガイドである。このように噴流はんだガイド23Bにガイド36を設けることによって、第二の噴流はんだ21Dの噴流波形を鏡面状（基板1の背面と接する部分の噴流波形をフラット）にすることができるので、はんだ付け時にブリッジができることがなくなり、信頼性の高いはんだ付け装置が得られる。

【0062】本実施の形態では、噴流はんだガイドが2つ（23A、23B）の場合について説明したが、噴流はんだガイドは複数あってもよく、そのうちの少なくとも隣接する2つの噴流ガイド間に上述した仕切り壁を設けるようにすれば、同等の効果が得られる。また、本発明は現状の有鉛はんだのはんだ付け装置としても使用できるが、実施の形態1で説明した無鉛はんだに適用すれば、有鉛はんだよりも融点が高くなることに起因する信頼性の低下や生産性の低下が抑制でき、生産性が高く、低コストで信頼性の良好なはんだ付け装置が得られる。

【0063】実施の形態6。図9は実施の形態6を表すリフローはんだ付けした部品の引っ張り試験片の断面図である。また、図10は図9に示した試験片について本発明の無鉛はんだと現行有鉛はんだの両方にてはんだ付けを行ったサンプルの引っ張り強度を比較した図である。比較試験はリフローはんだ付けした後に熱ストレスを加え引っ張り試験機により引っ張り強度を比較する。図は熱ストレスを加える前後のQFP部品のピン部と基板との接合部の引っ張り試験結果を比較したものである。

【0064】図において、1は銅箔がパターン状に貼り付けられた基板、40は電子部品でありたとえばQFP部品、30は電子部品40の足部であるピン部、200はリフローはんだ付けされたはんだである。引っ張り強度の確認は、基板1にはんだ付けされた電子部品40のピン部30を基板1の水平面に対し45度の角度で定速で引っ張り、基板1、銅箔パターン、はんだあるいはピン部のうち、いずれかが剥離したときの荷重をもって確認する。

【0065】また、図10に示した引っ張り強度結果は、本発明の無鉛はんだ（図1中のA）と現行有鉛はんだ（図1中のG）に対し、温度ストレスを加えたときの引っ張り試験結果である。温度ストレスは未加熱時、1

50℃で100hr後、150℃で500hr後に行い、それぞれサンプル数10個の剥離したときの荷重の範囲を示した。ここで、はんだ以外の部位が剥離しても、はんだははんだ以外の部位と同等の強度として評価している。

【0066】図10の試験結果より本発明の無鉛はんだは現行有鉛はんだ（図1中のG）と比較すると、両方とも1kgf以上の引っ張り強度を有しており、ほぼ同等の初期接合強度となっている。また、熱ストレスを加えた後も接合強度の劣化は見られない。このことは接合界面で偏析、結晶の粗大化等の不具合が発生していないためと考えられる。したがって、本発明の実施の形態1で説明した無鉛はんだは、鉛を含まないため環境にやさしい無鉛はんだである。また、現行有鉛はんだと同等以上の接合強度を有しているので、地下水の汚染など起こさない環境にやさしい信頼性の高い無鉛はんだおよび電子基板を提供することができる。また、本発明の実施の形態2乃至実施の形態5で説明した電子基板は、冷蔵庫、エアコン、電子レンジ、洗濯機、換気扇、蛍光灯などの家電装置に大量に使用されており、地球環境問題に対して、特に有効である。

【0067】実施の形態7。図11、12、13は実施の形態7を表す図であり、図11は配管接合工程を表したフローチャート図、図12は配管のはんだ付け方法を説明するための説明図、図13は接合した配管接合品を製品へ組付けた状態を表す概念図である。図11において、ST1は配管余熱ステップ、ST2は配管送りステップ、ST3は配管のはんだ付けがOKかどうかをはんだ付け不良判断するステップ、ST4は曲げ加工ステップ、ST5は製品組み込みステップ、ST6ははんだ給線ステップ、ST7は手直しはんだ給線ステップ、ST8は手直しステップである。また、図12において、A、Bは径の異なる配管、51は糸はんだ60を給線する給線機、52、53は配管A、Bを進行方向に搬送するコンベアのローラー、54は配管A、Bが密着するようにクランプする配管クランプ部、55はバーナーなどの加熱部、61は2本の配管A、Bをはんだ付けした後はんだである。

【0068】図11、図12において、2本の径の異なる長さ1000～3000mmの銅製の配管A、Bを予めガスバーナー等の加熱部55でST1にてはんだ溶解温度以上に加熱した後、ST2にて2本の銅管A、Bをクランプ部54により密着させながらローラー52、53上で等速で送り、ST6にて銅管の密着面に配管の送り速度と同速度で径がφ0.3～2.0mmの中心にフラックスを含浸した糸はんだ60を給線機より給線しながら溶解させてはんだ付けを行い配管2本がはんだ61により接合した状態の配管接合品を製造していく。ここでST3のはんだ付け不良確認ステップにて、はんだ付け不良が発生した場合はST7にて手直しはんだを給線

10

20

30

40

50

して、ST8にて手直しはんだ付けを行う。

【0069】その後、はんだ付けで接合された配管は必要形状（たとえば図13に示したような冷蔵庫に必要な任意の形状）にST4にて曲げ加工処理が施される。その後、ST5にて各製品（たとえば冷蔵庫）にロー付けなどにより接続される。図13は接合した配管接合品を製品へ組み付けた状態を表す概念図であり、図13において、110は冷蔵庫などの製品、102は上述の曲げ加工を施された配管接合品、103は冷蔵庫の機械室などに配置される圧縮機、104は熱交換器である。配管接合品102は圧縮機103や熱交換器などの冷凍サイクルを構成する部品にロー付けなどにより気密に接続される。

【0070】配管接合時、はんだの熔融開始温度（融点）が高すぎると銅配管の余熱時間が増大し生産性が低下する。また、はんだの加工性が悪い（伸びが小さい）と曲げ加工工程ではんだ割れもしくは接合界面剥離等の加工不具合を起こす。しかしながら、本発明の無鉛はんだはBi、Ag、Cuを適量添加したので、配管接合に要求される融点、加工性を保持しており、生産効率の良い環境にやさしい信頼性の高い配管接合品および製品を提供することができる。また、冷蔵庫で無くとも良く、配管をはんだにより接合する家電装置であれば同様の効果が得られるのは言うまでもない。また、配管は2本で無ければ成らないことは無く、3本でも4本でも複数本であれば同様の効果が得られるのは言うまでもない。

【0071】

【発明の効果】本発明の請求項1の発明は、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnであるように配合したので、はんだ付け作業時に必要な濡れ広がり性の確保と、優れた耐熱疲労特性の確保を両立できる無鉛はんだを提供できる。

【0072】本発明の請求項2の発明は、融点が210～220℃であるようにしたので、はんだ付け時の部品への熱ストレスを抑制し、リフロー、フローはんだ付け両方に対応できる。また、熔融温度範囲が狭いためはんだこてによる手直し作業性が安定して行うことができる無鉛はんだを提供できる。

【0073】本発明の請求項3の発明は、引張り強度が30～45MPa、伸びが30～60%であるようにしたので、耐熱疲労特性、接合強度等の接合信頼性が確保できる。また、冷媒配管等の接合に用いたときは、後曲げ加工工程に対応できる加工性が確保できる無鉛はんだを提供できる。

【0074】本発明の請求項4の発明は、請求項1乃至請求項3のうちの1項に記載の無鉛はんだを使用して部品を基板に接合したので、鉛及びその他の有毒な物質を含有しないため廃棄されても鉛及びその他の有毒物質の溶出がなく、地球環境に対し悪影響を及ぼさない電子基

板を提供できる。

【0075】本発明の請求項5の発明は、ピン部を有する電子部品を前面から前記ピン部が背面に突出するように基板に装着し、不活性ガスが供給される容器内で溶融した無鉛はんだを前記基板の背面に噴きつけて前記電子部品を接合するようにしたので、現行電子基板はんだ付け設備が流用でき、はんだ表面の酸化による濡れ広がり性が悪くなるのを抑制できる電子基板を提供できる。

【0076】本発明の請求項6の発明は、請求項4または請求項5に記載の電子基板を備えたので、電子基板に鉛及びその他の有毒な物質を含有しないため、地球環境に対し影響がなく、またリサイクル実施時に電子基板から回収したはんだを無害化する工程が省略できるためリサイクルコストを低減できる家電装置が得られる。

【0077】本発明の請求項7の発明は、請求項1乃至請求項3のうちの1項に記載の無鉛はんだを使用して複数の配管を接合した配管接合品を備えたので、現行冷媒配管接合設備を流用できるため、製造条件の変更のみではんだ材切替ができ、製造コストの低い低コストな家電装置を提供できる。

【0078】本発明の請求項8の発明は、はんだの熔融温度以上の温度に加熱された接触した状態の複数の配管と、前記複数の配管の接触部に供給される糸状の無鉛はんだと、前記糸状の無鉛はんだが溶融することにより前記複数の配管が接合されて形成される配管接合品と、を備えたので、鉛を含まないでしかも配管接合に要求される融点、加工性を保持した無鉛はんだにより接合された配管接合品を備えており、信頼性の高い環境にやさしい家電装置を提供することができる。

【0079】本発明の請求項9の発明は、はんだの熔融温度以上の温度に加熱され接触した状態の複数の配管と、複数の配管の接触部に供給され、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである糸状の無鉛はんだと、糸状の無鉛はんだが溶融することにより複数の配管が接合されて形成される配管接合品と、を備えたので、配管接合に要求される融点、加工性、強度を保持した生産効率の良い環境にやさしい信頼性の高い配管接合品を備えた冷蔵庫を提供することができる。

【0080】本発明の請求項10の発明は、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである無鉛はんだを使用して基板に部品を接合した電子基板を備えたので、電子基板に鉛及びその他の有毒な物質を含有しないため、地球環境に対し影響がなく、またリサイクル実施時に回収したはんだを無害化する工程が省略できリサイクルコストを低減できる冷蔵庫を得ることができる。

【0081】本発明の請求項11の発明は、ピン部を有する電子部品を前面から前記ピン部が背面に突出するように装着された基板を容器内に運搬する部品運搬ステッ

10

20

30

40

50

17

ブと、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである溶融した無鉛はんだを前記容器内で前記基板の背面から噴きつけて前記電子部品を前記基板に接合するはんだ噴きつけステップと、前記噴きつけられた無鉛はんだを前記容器内の貯部に回収するはんだ回収ステップと、を備えたので、はんだを無駄に廃却することがなく、低コストな電子部品の接合方法が得られる。

【0082】本発明の請求項12の発明は、容器内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ステップを備えたので、はんだ表面の酸化による濡れ広がり性が悪くなるのを抑制できる電子部品の接合方法が得られる。

【0083】本発明の請求項13の発明は、配管を加熱する配管加熱ステップと、前記配管加熱ステップにて加熱された配管を複数接触させながら移動させる配管移動ステップと、内部にフラックスを含浸し、Biが0.1～1.5重量%、Agが2.0～3.0重量%、Cuが0.1～1.0重量%及び残部がSnである糸状の無鉛はんだを前記移動する配管の接触部に給線するはんだ給線ステップと、を備え、前記複数の配管を接合するようにしたので、配管接合に要求される融点、加工性を保持しており、生産効率の良い環境にやさしい信頼性の高い配管接合品および製品を提供することができる配管接合方法が得られる。

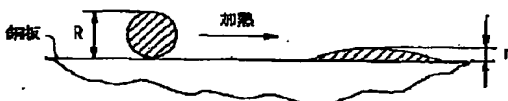
【0084】本発明の請求項14の発明のはんだ付け装置は、はんだ槽内に溶融した状態で貯留された無鉛はんだと、前記無鉛はんだを噴出するための複数の噴流はんだガイドと、前記複数の噴流はんだガイドのうち少なくとも隣接する2つの噴流ガイド間に設けられた仕切り壁と、を備えたので、有鉛はんだよりも融点が高くなることに起因する信頼性の低下や生産性の低下が抑制でき、生産性が高く、低コストで信頼性の良好なはんだ付け装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1を表す無鉛はんだと従来使用されているはんだの成分および特性を表す図である。

【図2】 はんだの広がり率を測定する方法を表した図である。

【図2】



18

* 【図3】 実施の形態2を表す基板に電子部品をはんだ付けした電子基板の断面図である。

【図4】 実施の形態3を表す基板に電子部品をはんだ付けした電子基板の断面図である。

【図5】 実施の形態4を表すフローはんだ付け装置の噴流はんだ槽断面図である。

【図6】 実施の形態5を表す自動はんだ付け装置を用いたはんだ付けの様子を表した図である。

【図7】 スルーホール部を有する基板における第一の噴流はんだと第二の噴流はんだのはんだ付け時の役割について説明するための図である。

【図8】 本発明の実施の形態5を表す自動はんだ付け装置を用いたはんだ付けの様子を表した別の構成例を説明するための図である。

【図9】 実施の形態6を表すリフローはんだ付けした部品の引っ張り試験片の断面図である。

【図10】 図9に示した試験片を無鉛はんだと現行有鉛はんだの両方の引っ張り強度を比較した図である。

【図11】 実施の形態7を表す配管接合工程を表したフローチャート図である。

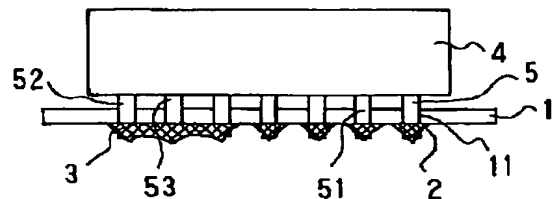
【図12】 実施の形態7を表す配管のはんだ付け方法を説明するための説明図である。

【図13】 接合した配管接合品を製品へ組付けた状態を表す概念図である。

【符号の説明】

1 基板、2 銅箔のプリント配線パターン、3 はんだ、3A 上側部分、3B 下側部分、4 電子部品、5、51、52、53 ピン部、6 コンベア、11 貫通孔、20 はんだ槽、21 噴流はんだ、21A、21B 第一の噴流はんだ、21C、21D 第二の噴流はんだ、22 ヒータ、23、23A、23B 噴流はんだガイド、24 不活性ガス供給手段、25、26 プリントパターン、30 ピン部、35 仕切り壁、36 ガイド、40 電子部品、41 給線機、42、43 ローラー、44 クランプ部、45 加熱部、60 糸はんだ、61 はんだ付けした後のはんだ、100 正面側、101 背面側、102 配管接合品、103 圧縮機、104 熱交換器、110 冷蔵庫などの家電装置、200 はんだ、300 ポンプ。

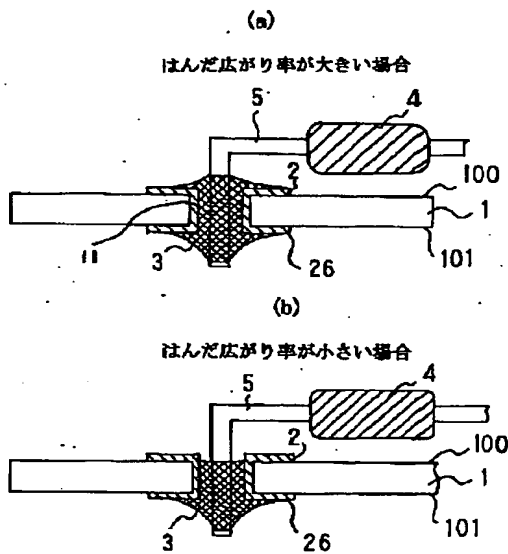
【図4】



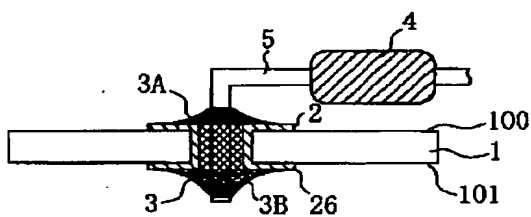
【図1】

	本発明品	従来品						
	A	B	C	D	E	F	G	H
組成	Sn 95.7% Bi 1.0% Ag 2.8% Cu 0.6%	Sn 79.0% Bi 14.0% Zn 5.0% Ag 2.0%	Sn 79.0% Bi 20.0% Sb 1.0%	Sn 93.5% Bi 4.0% Ag 2.0% Cu 0.6% Ge 200ppm	Sn 95.8% Ag 3.8% Cu 0.7%	Sn 99.5% Cu 0.5%	Sn 83.0% Pb 37.0%	Sn 83.0% Pb 37.0% P 微量
比重(g/cm ³)	7.5	7.7	7.8	7.5	7.4	7.3	8.5	8.5
はんだ広がり率(%)	65	38	77	72	48	54	84	84
広がり面積(mm ²)	30.45	10.09	40.54	37.35	15.05	12.70	48.09	48.39
熔融開始温度(℃)	214	190	195	202	215	227	183	183
熔融終了温度(℃)	216	200	205	218	220	230	186	186
引張強度(MPa)	42	67	82	88	53	34	37	37
伸び(%)	35	1.1	4.1	32	38	45	52	52
耐熱疲労特性	○	×	×	△	○	△	○	○
腐析	無	有	有	有	無	無	無	無

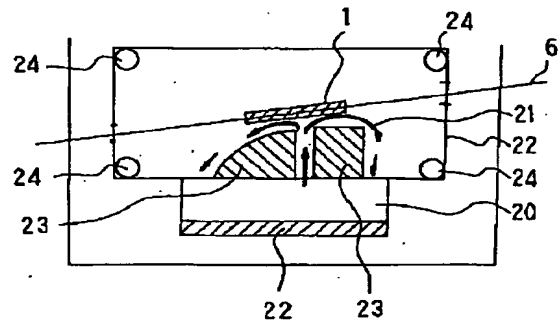
【図3】



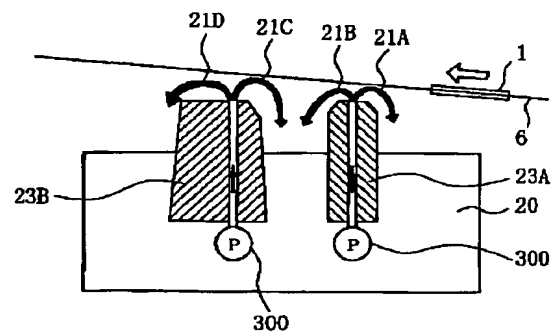
【図7】



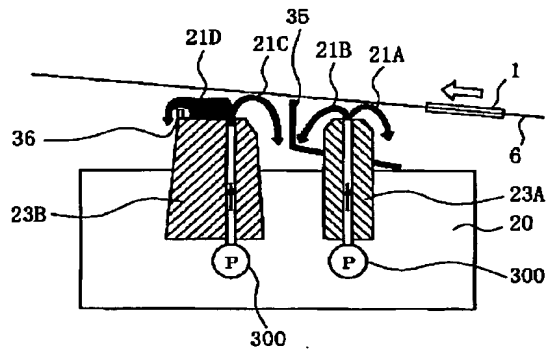
【図5】



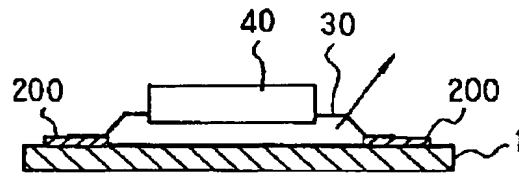
【図6】



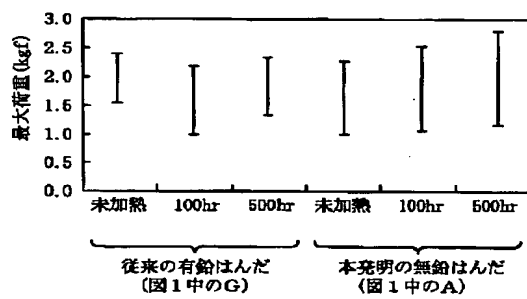
【図8】



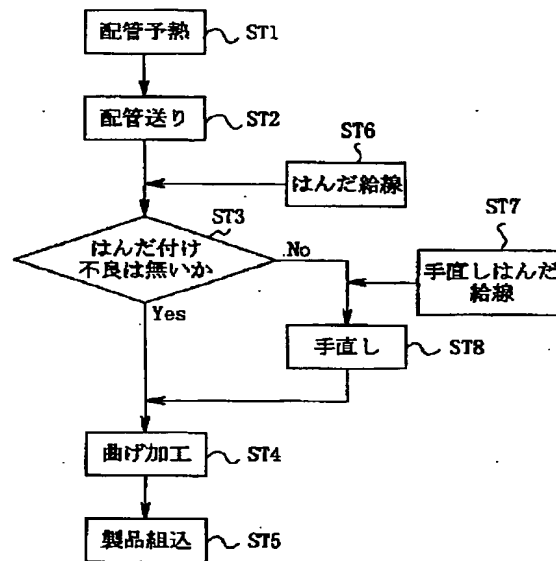
【図9】



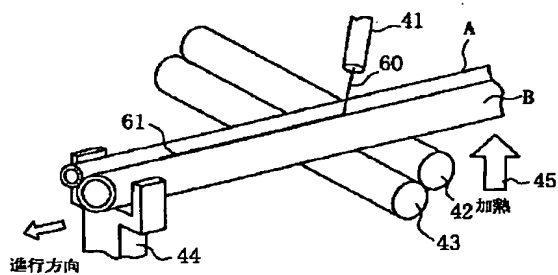
【図 10】



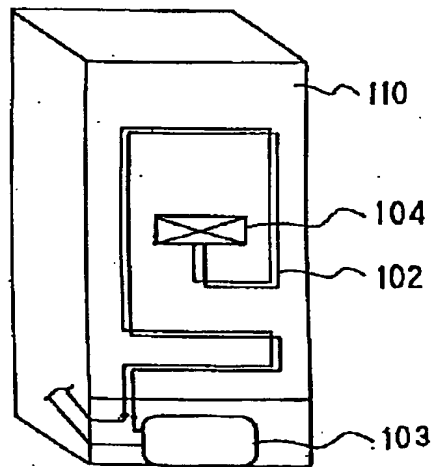
【図 1 1】



【図 12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 3/00	3 1 0	B 2 3 K 3/00	3 1 0 C
		3/06	K
C 2 2 C 13/00		C 2 2 C 13/00	
F 2 5 D 19/00	5 1 0	F 2 5 D 19/00	5 1 0 A
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C